



MINERALOGISTEN NÄYTTEENKÄSITTELYLAITTEISTOJEN LABORATORIOYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

Esiselvitys Älypajaprojektin tueksi

Hallasaari Riku

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Riku Hallasaari	Vuosi	2018
Ohjaajat	Ins.(YAMK) Jäntti Arto Ins.(YAMK) Kalliosalo Heidi		
Toimeksiantaja	Lapin AMK DI Toppila Rauno		
Työn nimi	Mineralogisten näytteenkäsittelylaitteistojen laboratorioympäristön suunnittelu		
Sivu- ja liitesivumäärä	45 + 0		

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Lapin ammattikorkeakoulun TeLu:n TKI:n Arctic Steel and Mining-tutkimusryhmä. Työn tarkoitus oli toimia esiselvityksenä Älypajaprojektiin. Älypajaprojektissa Lapin ammattikorkeakoulun yhteyteen on tarkoitus rakentaa älykäs tuotantotekniikan oppimis- ja kehittämisympäristö.

Opinnäytetyössä suunniteltiin mineralogisille näytteenkäsittelylaitteille laboratorioympäristö. Suunnitteluun kuului nykyisten laitteiden dokumentointi ja kartoitus, sekä selvitys uusien laitteiden tarpeesta ja näytteenkäsittelylaitteiden vaatimukset mineralogian laboratoriolle.

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin myös laitteiden tekniset vaatimukset. Teknisinä vaatimuksina ovat laboratorion käyttämä sähkö, paineilma, viemärinti, ilmanvaihto ja pölynpoistojärjestelmä.

Laboratoriostandardi käsiteltiin yleisellä tasolla ja selvitettiin, miten standardi EN-ISO 17025 vaikuttaa laboratorion suunnitteluun ja käyttöön. Näytteenkäsittelylaitteiden ja laboratorion turvallisuutta käsiteltiin opinnäytetyössä. Laboratorioon annettiin vähimmäissuojavarusteet ja suositeltuja varusteita. Työssä käytiin läpi laboratorion ergonomisia ja työhyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä.

Työn tuloksena ehdotettiin kahta uutta näytteenkäsittelylaitetta, jotka ovat leukamurskain ja rengasmylly. Opinnäytetyössä selvitettiin laboratorion vaadittava koko ja tehtiin luonnostelma tilan mahdollisesta muodosta ja kalusteiden sekä laitteiden järjestyksestä. Luonnostelmaan merkittiin laboratorioon tulevat laitteet ja ehdotettiin teknisten vaatimusten optimaaliset paikat.

Avainsanat laboratorio, esiselvitys, mineralogia,
näytteenkäsittelylaite, laboratorion turvallisuus

Technology, Communication and Transport
Mechanical and Production Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Hallasaari Riku	Year	2018
Supervisor	Jäntti Arto, MEng. Kalliosalo Heidi, MEng		
Commissioned by	Lapin AMK Toppila Rauno, M.Sc		
Subject of thesis	Designing a laboratory environment for mineral sample preparation equipment		
Number of pages	45 + 0		

The thesis was commissioned by Arctic Steel and Mining Research Group from Lapland University of Applied Sciences. The thesis acts as a preliminary study for the Älypaja Project. The Project is part of a smart learning environment for production technology and cooperation with business and engineering education.

This thesis deals with the design of the laboratory environment for mineral sample preparation equipment. The design includes the documentation of the current laboratory equipment and the new laboratory equipment. The negotiations of a new mineral sample preparation equipment is part of the design of the mineralogy laboratory.

The thesis includes the negotiation of technical requirements for the design of the mineralogy laboratory environment. These requirements are electricity, compressed air, sewerage, ventilation and dust reduction system.

The Laboratory Standard is reviewed at a general level and explained how the standard EN-ISO 17025 affects the design and use of the laboratory. The safety of mineral sample equipment and laboratory was discussed in the thesis.

In the thesis, the requested size of the laboratory was studied and a sketch of the possible shape and arrangement of the space was made. The draft is marked with proposed optimum locations for the technical requirements and places for the equipment.

Key words laboratory, mineralogy, preliminary study, mineral sample preparation equipment, laboratory safety

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Tehtävä ja rajausta	7
1.2	Älypaja	7
1.3	Optim-laboratorio	8
2	NÄYTTEENKÄSITTELYLAITTEET	9
2.1	Laboratorion laitteet	9
2.2	Murskaus ja jauhatusta	9
2.3	Täryseulat	11
2.4	Separaattorit	12
2.5	Olemassa olevat näytteenkäsittelylaitteet	13
2.6	Uudet näytteenkäsittelylaitteet	14
3	LAITTEIDEN TEKNISET VAATIMUKSET SUUNNITTELUSSA	18
3.1	Näytteenkäsittelylaitteiden erikoistarpeet	18
3.2	Pneumatiikka	18
3.3	Ilmanvaihto ja pölynpoisto	21
3.4	Viemäröinti	25
3.5	Sähkö	27
4	LABORATORION SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	29
4.1	Suunnittelun lähtökohdat	29
4.2	Laboratorion standardit	29
4.3	Laboratorion laskettu koko	31
4.4	Vaadittavat tekniset parametrit laboratoriolle	34
5	LABORATORION TURVALLISUUS	36
5.1	Laboratorion yleinen turvallisuus	36
5.2	Laboratorion näytteenkäsittelylaitteiden turvallisuus	37
5.3	Suojavarusteet	38
5.4	Ergonomia	40
6	POHDINTA	42
7	LÄHTEET	43

ALKUSANAT

Haluan kiittää ohjaajiani Arto Jänttiä ja Heidi Kalliosaloa opinnäytteeni ohjaamisesta ja auttamisesta työssäni. Lapin ammattikorkeakoulun TeLu:n TKI:n Arctic Steel and Mining-tutkimusryhmää haluaisin kiittää opinnäytetyön toimeksiannosta.

Helsingissä 31.5.2018

Riku Hallasaari

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ISO	International Organization for Standardization, (SFS-EN ISO 9001, 2015)
SFS	Suomen standardisoimisliitto, (SFS-EN ISO 9001, 2015)
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto

1 JOHDANTO

1.1 Tehtävä ja rajaus

Opinnäytetyön tehtävänä on suunnitella mineralogisten näytteenkäsittelylaitteistojen laboratorio uuteen Älypajarakennukseen. Suunnitteluun kuuluu nykyisten ja hankittavien näytteenkäsittelylaitteiden dokumentointi sekä tilalta vaadittavien tarpeiden selvitys. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon laitteistojen erikoistarpeet, kuten paineilma, viemäröinti, ilmanvaihto, sähkönsyöttö ja pölynpoisto. Laboratorion tilantarve tulee selvittää ja arvioida laboratoriolle vaadittava huone pinta-ala. Tilan pinta-alaan tulee huomioida laitteiden tilantarve, työskentelyn vaatima tila ja tarvittava laskutila näytteenkäsittelylaitteille ja oheislaitteille. Laboratoriolle tulee tehdä turvallisuuskatsaus ja selvittää tarvittavat turvallisuusvarusteet yleisesti laboratoriossa ja laitekohtaisesti.

Opinnäytetyössä ei tilata tai tehdä tarjouksia laitteista. Opinnäytetyö koskee laitteistojen teknistä selvitystä ja niiden vaatimuksia laboratoriotilaan ja sen suunnitteluun. Laitteiden vaatimuksien tulisi selvitä niin, että niiden perusteella on mahdollista tehdä tarjouspyyntö tarvittavista laitteista. Työssä ei käydä tarkasti läpi normaaleja suunnitteluun liittyviä töitä, kuten rakenne- ja sähkösuunnittelua. Selvitykseen kuuluu vesipisteiden, paineilmapisteiden, sähköpistokkeiden, viemärien, kohdeimurien ja valaisimien sijainnit laboratoriossa. Opinnäytetyö toimii esiselvityksenä suunnittelun tarpeille mineralogiseen laboratorion Älypajahankkeen tueksi.

1.2 Älypaja

Älykäs tuotantotekniikan oppimis- ja kehittämisympäristö - ÄLYPAJA -hankkeen tavoitteena on luoda Lapin ammattikorkeakouluun uudenlainen integroitu kehittämisympäristö, jossa insinöörikoulutukset, TKI- ja palveluliiketoiminta sekä alueen yritykset kohtaavat. Ympäristöllä mahdollistetaan uuden, 2017 käyttöön otettavan, opetussuunnitelman mukainen koulutus sekä varmistetaan, että konetekniikan ala pystyy tulevaisuudessa vastaamaan omalta osaltaan digitalisaation mahdollisuuksiin ja haasteisiin.

Ympäristö tukee TKI- ja yritysysteistyötä sekä uusia innovaatioita edistäen näin myös alan työpaikkojen syntymistä. Oppimis- ja kehittämisympäristön kohderyhmään kuuluvat erityisesti alueen pk-yritykset. (Älypaja hakemus 2014.)

Älypaja on Lapin AMK:n yhteyteen rakennettava lisärakennus. Uuden Älypajarakennuksen rakennustoimet aloitetaan vuonna 2019. Rakennukseen rakennetaan myös mineralogisten näytteidenkäsittelyyn tarkoitettu laboratorio. Laboratorioon on tarkoitus saada mahtumaan kaikki Optim-laboratoriossa jo sijaitsevat mineralogiset näytteenkäsittelylaitteet ja uudet hankittavat mineralogiset laitteet. Uuden laboratorion tulee olla turvallinen ja toimiva laboratorioympäristö. Laboratoriossa tulee olla tarpeeksi tilaa myös opetustoiminnalle ja toiminnan täyttää laboratoriostandardiin SFS-EN ISO 17025 vaatimukset. Älypajaan on tarkoitus rakentaa tuotantoympäristö Industry 4.0:n mukaiseksi mineralogian laboratorio, 3D-tulostuslaboratorio ja laboratoriotiloja.

1.3 Optim-laboratorio

Optim-laboratorio on Kemissä Lapin AMK:n vieressä sijaitseva laboratoriotila, johon on sijoitettu rikkovan aineenkoetuksen laitteita. Siirrettävät näytteenkäsittelylaitteet sijaitsevat väliaikaisesti myös Optim-laboratoriossa. Optim-tila jää käyttöön Älypajan rinnalle. Siellä toimiva rikkovan aineenkoetuksen laboratorio pysyy tilassa. Herkät aineenkoetuslaitteet eivät kestä mineralogian laitteiden aiheuttamaa pölyä. Maa-ainesten käsittelyyn tarkoitettuja laitteita ei voida käyttää tällä hetkellä kaikessa laajuudessaan, koska kyseinen tila ei vastaa laitteiden tarpeita.

2 NÄYTTEENKÄSITTELYLAITTEET

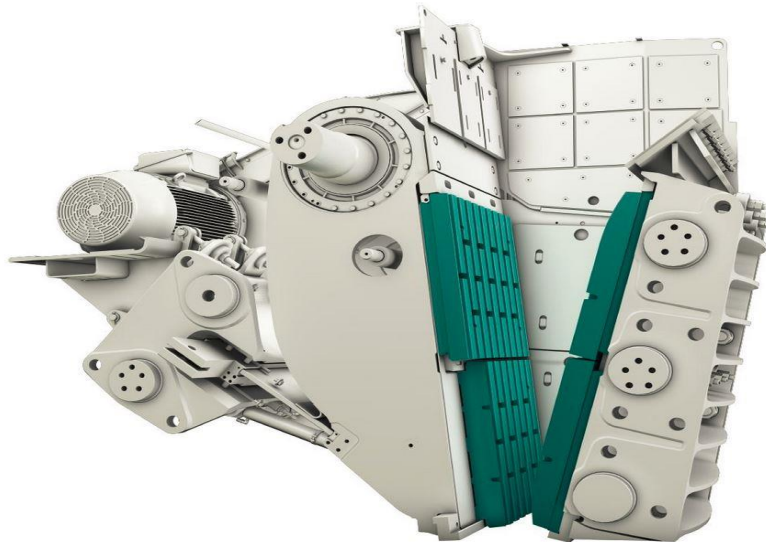
2.1 Laboratorion laitteet

Laboratorioon tulee erilaisia näytteenkäsittelylaitteita. Laitteet voidaan jakaa pääasiassa kolmeen eri luokkaan. Nämä luokat ovat separaattorit, seulat (pesuseula, täryseula) ja murskaimet. Laitteiden on tarkoitus mahdollistaa rikastusprosessi kiviaineksesta valmiiseen tuotteeseen laboratoriotiloissa.

2.2 Murskaus ja jauhatus

Hienonnusprosessissa arvokas malmi irrotetaan muusta kiviaineksesta. Hienonnusprosessin lopputuote riippuu rikastuksessa käytettävistä laitteista ja syöttönopeudesta. Yleisesti hienonnusprosessissa käytettäviä laitteita ovat erinäiset murskaimet ja jauhimet. Murskaimet ja jauhatusmyllyt ovat mekaanista liikettä hyödyntäviä laitteita. Murskauksen ja jauhatuksen mekaanisia toimintamalleja on hankaavaan, leikkaava, iskevään ja puristavaan työhön perustuvat liikkeet. Kiviaineksen hienonnusprosessiin vaikuttaa materiaalin lujuusominaisuudet, kovuus ja rakenne. Kosteus ja hydroksooppisuus ovat myös hienonnusprosessiin vaikuttavia asioita. Murskaimien päätyypit ovat leukamurskaimet, kuulamurskaimet, tankomurskaimet ja iskurit. (Hienonnusprosessien perusteet 2016; Metso 2018.)

Leukamurskaimen toimintaperiaate perustuu kahteen metallilevyyn, joista toinen oskilloi. Kuvassa 1 on läpileikkaus leukamurskaimen toimintaperiaatteesta. Kiviaines syötetään ylhäältä murskaimeen, joka kapenee alaspäin ja pakottaa kiviaineksen murskautumaan oskilloivan levyn takia. Leukamurskaimia käytetään laajasti kiviaineksen murskaukseen kaivoksista maanrakennukseen. (Hienonnusprosessien perusteet 2016; Metso 2018.)



Kuva 1. Metson leukamurskain C-130 (Metso 2018).

Rengasmyllyn käyttö perustuu täryttävään ja pyörivään renkaaseen. Renkaita voi vaihtaa laitteeseen halutun lopputuotteen koon mukaan. Hienonnettu aines kerääntyy yleisesti laitteessa sijaitsevaan astiaan. Kuvassa 2 näkyy rengasmyllyn hiontakivi. (Retsch 2018 b.)



Kuva 2. Retsch:n RS200 rengasmyllyn suojaluukku nostettuna ja hiontarengas näkyvissä (Retsch 2018a).

2.3 Täriseulat

Täriseulat ovat yleisiä laitteita kiviaineksen rikastuksessa. Täriseulan tehtävänä on jakaa maa-aines eri partikkelikokoihin. Täriseulat mahdollistavat suuren volyymin tuotannossa ja suuren syötteen määrän. Täriseulojen toiminta perustuu kiviaineksen eri kokoihin partikkeleihin ja seulojen vaihtuvaan silmäkoko. Seulasta tekee täriseulan tasainen tärinä, joka pitää maa-aineksen liikkeessä mahdollistaen suuremman volyymin tuotannossa. Tärinä aiheutetaan seulaan sähköisesti tai mekaanisesti ravistelemalla seulaa 1800 - 3600 värinää minuutissa. Täriseuloja voidaan käyttää myös märkäseulontaan ja veden erotukseen. Täriseula on yleinen alkupään rikastus menetelmä maa-ainekselle. Täriseulojen muoto vaihtelee suuresti lieriön muotoisista suorakulmaisiin. Kuvassa 3 täriseulasta voi hahmottaa päällekkäiset seulat, joiden silmäkoko pienenee aina seuraavaan seulaan alaspäin. (Hienonnusprosessien perusteet 2016; Haver 2018.)



Kuva 3. Lapin AMK:n Haver&Boecker EML315- täriseulaite (Optim-laboratorio).

2.4 Separaattorit

Separaattorilla tarkoitetaan kahden tai useamman aineksen erottavaa järjestelmää tai laitetta. Separaattoreita käytetään teollisuuden prosesseissa maidon tuotannosta malmin rikastukseen. Mineraalien ja muiden maa-aineksien erottamisessa käytettävät separaattorit käyttävät aineksien erottamiseen usein vettä, magneetteja, painovoimaa tai keskipakoisvoimaa. Separaattorit kaivosteollisuudessa ovat yksinkertaisia toiminnaltaan, eivätkä vaadi usein kemikaaleja toimintaansa. Tästä johtuen separaattorit ovat yleisiä rikastuslaitteita, kun kiviaineksesta erotetaan painavaa mineraalia, kuten kultaa. Kuvassa 4 on Knelsonin separaattori, josta näkee separaattorin pyörivän rummun. (Hienonnusprosessien perusteet 2016.)



Kuva 4. Lapin AMK:n laboratoriossa sijaitseva Knelsonin separaattori (Optim-laboratorio).

2.5 Olemassa olevat näytteenkäsittelylaitteet

Kemissä Optim-laboratoriossa sijaitsee Knelsonin separaattori, Haver&Boecker:n EML315 pieni tärylaite ja Retsch:n AS 450 iso tärylaite. Muut laitteet ovat kolme kahtiointilaatikkkoa. Knelsonin separaattorille on pesuseula, jossa painepesurin avulla seulotaan maa-aines märkäseulontana. Laitteet eivät käytä toimintaansa instrumenttipaineilmaa. Paineilmaa tosin voidaan käyttää laitteiden puhdistukseen. Tärylaitteet pölyttävät kuivaseulonnassa haitallisesti. Tärylaitteet tulisi sijoittaa erilliseen huoneeseen laboratoriotilassa.

Separaattorin toiminnasta syntyvä liete kerätään erilliseen sakka-altaaseen. Lietettä ei johdeta suoraan laskeuma-altaaseen. Separaattorin toiminnassa kiintoaines otetaan talteen, jotta sitä voidaan tarvittaessa käyttää uudestaan. Sakka-altaita separaattorilla tarvitsee olla useampia, jotta näytteiden ajo olisi tehokasta. Sakka-altaiden tulisi olla kevyitä ja helposti siirreltäviä. Separaattorilla on oma sisäinen kierto, josta voidaan johtaa viemäriin menevät aineet laskeuma-altaaseen käsin. Täryseuloilla on tarkoitus tehdä kuiva- että märkäseulontaa. Molemmat täryseulat tarvitsevat laskeuma-altaan lietteelle. On mahdollista yhdistää täryseulojen laskeuma-altaat yhdeksi altaaksi selkeyden ja tilan säästämisen vuoksi. Laskeuma-allas tyhjennetään käytön jälkeen erilliseen astiaan, josta sakka kierrätetään asiaan kuuluvalla tavalla. Kaikki olemassa olevat näytteenkäsittelylaitteet käyttävät yksivaiheista 230V sähköä. Laitteet toimivat normaalilla verkkovirralla eivätkä tarvitse esimerkiksi kolmivaihesähköä.

Separaattoria käytetään myös kentällä tutkimuksiin. Laite tarvitsee ulkokäyttöön virtalähteen ja pumpun. Näytteenkäsittelylaitteiden pinta-alat on ilmoitettu laitteiden pohjapinta-aloina. Laitteet tarvitsevat käytössä enemmän tilaa kuin niiden tarvitsema lattiapinta-ala. Tarvittavaa tilaa näytteenkäsittelylaitteille käsitellään luvussa 4.3 Laboratorion laskettu koko. Taulukoihin 1 ja 2 on merkitty laitteiden teknisiä vaatimuksia, haittoja ja suosituksia. Taulukossa 1 ja 2 mainitulla viemäroinnillä tarkoitetaan yleistä viemäroinnin tarvetta. Viemäroinnistä ja laskeuma-altaista kerrotaan tarkemmin luvussa 3.4 Viemärointi ja 4.4 Vaadittavat parametrit laboratorion suunnittelulle. Laitteiden tarvitsemaa pinta-alaa käsitellään tarkemmin luvussa 4.3 Laboratorion laskettu koko.

Taulukko 1. Mineralogisten näytteenkäsittelylaitteiden tekniset vaatimukset tilan suunnitteluun.

Optim-tilasta siirrettävät laitteet	Paineilma	Pölyttää	Viemäröinti	Sähkö (V)	Leveys Syvyys (mm)	x
Knelson – separaattori	s		x	230	1000 x 500	
Pieni täryseula (Haver&Boeck er EML 315 digital plus)	s	x	x	230	404 x 440	
Iso täryseula (Retsch AS 450 Control)		x	x	230	680 x 280	
s = suositus x = pakollinen						

2.6 Uudet näytteenkäsittelylaitteet

Uusia näytteenkäsittelylaitteita laboratorioon tarvitaan kaksi Älypajahakemuksen mukaan. Tarvittavat näytteenkäsittelylaitteet ovat jakava leukamurskain ja rengasmylly. Uusi leukamurskain voisi olla Retschin BB 50 (Kuva 5). Syöttökoko on tälle leukamurskaimelle 35 mm – 150 mm, kun lopputuote on 0,5 mm – 5 mm. Leukamurskaimessa on portaaton leukojen säätö ja nollakohdan säätö. Laite on mahdollista sijoittaa työpöydälle mahdollistaen ergonomisen käytön. (Retsch 2018b.)



Kuva 5. Retschin leukamurskain BB 50 (Retsch 2018b).

Uusi rengasmylly voisi olla Retschin RS200 (Kuva 6). Vaade rengasmyllylle on alle 50 μm lopputuote. Retsch RS200 lopputuote on mahdollista saada 20 μm raekokoon. Raekokoon vaikuttaa rengasmyllyssä käytettävät hiontakivet. Tämä rengasmylly ei vaadi instrumenttipaineilmaa toisin kuin moni muu rengasmylly. (Retsch 2018a.)



Kuva 6. Retschin RS200 rengasmylly kansi auki (Retsch 2018a).

Leukamurskain ja rengasmylly eivät tarvitse instrumenttipaineilmaa toimintaansa. Paineilmapistooli laitteiden lähellä mahdollistaisi laitteiden puhdistuksen. Näytteenkäsittelylaitteiden puhdistus paineilmapistoolilla on tehokas keino. Leukamurskain saattaa pölyttää ja se tulisi sijoittaa laboratorion pölypuolelle. Laitteesta aiheutuvan melun vuoksi olisi myös suotavaa sijoittaa laite erilliseen pölyhuoneeseen. Rengasmylly on suljettavaa mallia, joka ei pölytä eikä aiheuta suurta meluhaittaa. Rengasmyllyn voi sijoittaa laboratorion normaalille puolelle. Leukamurskain ja rengasmylly eivät tarvitse viemärointiä ja ne käyttävät normaalia verkkovirtaa. Taulukkoon 2 on merkitty kahden ehdotetun laitteen tärkeimpiä vaatimuksia ja suosituksia. Laitteiden tekniset vaatimukset käydään läpi luvussa 4.4 tarkemmin ja eritellysti huonekohtaisesti kaikkien laitteiden kanssa yhdessä. Laitteet ovat samalta valmistajalta kuin nykyiset laitteet. Tämä helpottaisi huoltojen järjestämistä jatkossa. (Retsch 2018a; Retsch 2018b.)

Taulukko 2. Mineralogisten näytteenkäsittelylaitteiden tekniset vaatimukset tilan suunnitteluun.

Uudet laitteet	Paineilma	Pölyttää	Viemäröinti	Sähkö (V)	Leveys x Syvyys (mm)
Leukamurskain (Retsch BB 50)	s	x		230	420 x 460
Rengasmylly (Retsch RS200)	s			230	836 x 780
s = suositus x = pakollinen					

3 LAITTEIDEN TEKNISET VAATIMUKSET SUUNNITTELUSSA

3.1 Näytteenkäsittelylaitteiden erikoistarpeet

Näytteenkäsittelylaitteet tarvitsevat erikoisteknisiä ratkaisuja turvalliseen ja ympäristöä kunnioittavaan käyttöön. Osa näytteenkäsittelylaitteista aiheuttavat pölyä ja melua. Märkäseulonnassa sivutuotteena valmistuvaa kiviainesta ei voi johtaa suoraan käyttöviemäriin. Laitteet tarvitsevat paineilmaa, sähköä ja vettä toimiakseen. Näytteenkäsittelylaitteet tarvitsevat niille suunniteltuja standardit täyttäviä ratkaisuja. Laboratorio on opetus-, tutkimus- ja työkäytössä, sille vallitsee omat standardit ja normit.

3.2 Pneumatiikka

Paineilman käyttöala on laaja. Paineilmaa tuottavia kompressoreja valmistetaan pienistä kymmenien wattien tehoisista tuhansien wattien tehoisiin kompressoreihin. Kompressorin on paineilmayksikön tärkein osa. Kompressorisyksikkö on usein kokonaisuus, johon kuuluu itse kompressorin, painesäiliö ja huoltoyksikkö. Yksikön tarkoitus on paineistaa ja säilyttää mahdollisimman kuivaa ilmaa. Ilmankosteus verkostossa voi aiheuttaa korroosiota ja ongelmia instrumenttilaitteissa. (Pneumatiikka 2015.)

Kompressoreiden ilmanpakkausmenetelmät vaihtelevat käyttötarkoituksien mukaan. Yleisimpiä kompressorityyppejä ovat staattisesti- ja kineettisesti puristavat kompressorit. Staattisesti puristavat kompressorit ovat yleisesti mäntä- tai ruuvipuristeisia. Mäntäpuristeisilla kompressoreilla on mahdollista tuottaa korkeapaineista paineilmaa ja ovat yleisin kompressorimuoto. Toimintaperiaate mäntäpuristeisissa kompressoreissa perustuu venttiilien luomaan paine-eroon. Mäntäkompressorin tuottoalue on laaja 1 l/s...10 m³/s paineen ollessa 1 Bar...1000 Bar. Yleisin paine alue mäntäpuristeisille kompressoreille on 8...10 Bar. Mäntäpuristeisia kompressoreja on mahdollista saada myös kalvokompressilla, jolloin paineilma on puhtaampaa ja sopii esimerkiksi elintarvikekäyttöön. Mäntäkompressoreita käytetään esimerkiksi sukelluspullojen täytössä niiden vaatiman korkean paineen (300 Bar) takia. (Pneumatiikka 2015.)

Ruuvikompressoreissa toiminta perustuu tasaisesti pakkautuvaan ilmaan ruuvin sisällä. Ruuvipuristimet ovat varmatoimisia ja sopivat jatkuvaan tasaiseen käyttöön paineilman tuottamiseen. Ruuvipuristimet ovat myös hiljaisempia, kuin mäntäpuristeiset. Ruuvipuristimien käyttö on yleistä, kun paineilman käyttöpaine on alhainen. Paineilmantuotto on yleisesti $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$... $15 \text{ m}^3/\text{min}$ paineen ollessa 5 Bar...12 Bar. (Pneumatiikka 2015.)

Kineettisesti puristavia kompressoreja kutsutaan usein myös turbokompressoreiksi. Kineettisesti puristavien kompressorien toiminta perustuu läpivirtaavaan ilmaan, jota ohjataan kompressorin siivekkeillä. Tämä liike-energia muutetaan poistopuolella paineeksi. Yleisiä kineettisesti puristavia kompressoreita ovat aksiaali- ja radiaalikompressorit. Näiden kompressorien käyttö on tyypillistä kaasuturbiineissa, auton turboahtimissa ja lentomoottoreissa. (Pneumatiikka 2015.)

Paineilman käyttö on yleistä sen helppouden takia. Ilmaa on saatavilla aina ja se on lähes vaaraton aine. Ilmaa on myös helppo varastoida. Paineilman käyttökohteet vaihtelevat suuresti. Yleisiä kohteita paineilmalle ovat automaatti-, instrumentti-, hengitys-, sairaala-, elintarvike- ja prosessi-ilma. Paineilman käyttöä rajaavat sen yleiset fysikaaliset ominaisuudet. Paineilma ei sovellu erityisen hyvin raskaiden sylinterien liikutteluun ilman kokoonpuristumisen takia. Kevyiden ja nopeiden sylinterien toimintaan se taas on yleisesti käytetyin väliaine. Paineilma on hyvä sovellus, kun tarvitaan hygieenistä järjestelmää, pehmeää tartuntaa, nopeita liikkeitä tai ympäristö vaatii paloturvallisuutta. (Pneumatiikka 2015.)

Pneumatiikkajärjestelmä on standardoitu ISO-standardiksi. Suomalaisia pneumatiikkaan liittyviä standardeja on kolme. SFS 2247 on standardi, joka käsittää pneumaattiset järjestelmät, laitteet, varusteet ja piirrosmerkit. SFS 3956 standardi määrittää nimellispaineet ja SFS 3958 koskee pneumatiikkasyntereitä. Standardit koskevat myös hydraulikkaa. Paineilmansiirtäminen kompressorilta työpisteelle tapahtuu paineilmaverkoston avulla. Paineilmaverkoston pituus, paksuus, paine ja virtausnopeus vaikuttavat sen taloudellisuuteen, hyötysuhteeseen ja suunnitteluun. Verkoston päälinja tulisi rakentaa aina

virtaussuuntaan päin laskevaksi, ettei vesi jää keskelle linjaa. Verkoston materiaali valitaan käyttökohteen tarpeiden mukaisesti. Yleisiä putkimateriaaleja paineilmaverkolle ovat kupari, ruostumaton teräs ja muovi. (Pneumatiikka 2015.)

Verkostossa tapahtuu aina vuotohäviötä. Täten verkosto tulisi rakentaa mahdollisimman lyhyeksi ja välttää käännöksiä. Verkostoon asennetaan paineensäätimiä, suodattimia, painemittareita ja venttiileitä. Nämä aiheuttavat aina häviötä verkoston virtausnopeudessa ja paineessa. Täten on tärkeätä tuntea suunnitteluvaiheessa työpisteessä tarvittava paine ja virtausnopeus. (Pneumatiikka 2015.)

Paineilma on yleinen instrumentti laboratoriossa. Paineilmaa käytetään laajasti eri laitteiden toimintaan ja työkalujen, kuten poran voimanlähteenä. Osa uusista näytteenkäsittelylaitteista saattaa tarvita instrumenttipaineilmaa toimintaansa. Ehdotetut näytteenkäsittelylaitteet ja nykyiset laitteet eivät käytä instrumenttipaineilmaa toimintaansa. Paineilmaa käytetään laitteiden puhdistukseen (Kuva 7) ja laitteiden huoltoon. Koulun paineilmaverkko täyttää laitteiden vaatimat paineilmastandardit (SFS 2247). Laboratorio ei tarvitse yksinään omaa kompressoria ja paineilmaverkostoa. Älypajarakennuksen paineilman tarpeen rajoittuessa vain mineralogian laboratorion käyttöön on mahdollista jatkaa olemassa olevaa paineilmaverkkoa koulun puolelta uusiin tiloihin. Paineilmapistoolin ja satunnaisten työkalujen käyttö ei vaadi omaa verkkoa. Uusi paineilmaverkko on tarpeellinen, jos Älypajan muut tilat tarvitsevat paineilmaa. Uuden kompressorin hankinta ja paineilmaverkoston rakentaminen Älypajaan on tällöin parempi ratkaisu, kuin vanhan verkoston jatkaminen taloudellisuuden ja hyötösuhteen kannalta. (Pneumatiikka 2015.)



Kuva 7. Paineilmapistooli on laboratorion yleinen paineilmalla toimiva apuväline (Motonet 2018b).

3.3 Ilmanvaihto ja pölynpoisto

Ilmanvaihto tuo puhdasta ilmaa rakennukseen, hengittämiseen ja poistaa epäpuhtaudet niin ilmasta kuin rakennuksesta. Ilmanvaihdon suuruus on merkittävästi suurempi kuin ihmisen tarvitsema hengitysilma. Ihmisen keuhkojen tarvitsema ilmamäärä on noin 15 000 litraa vuorokaudessa verrattuna asuintilan ulkoilmavirtaan, sen ollessa noin 500 000 litraa vuorokaudessa henkilöä kohden. Laboratoriossa ulkoilmavirran viitearvona pidetään 8 l/s henkilöä kohden. Vuorokaudessa tämä vastaa noin 690 000 litran ulkoilmavirtaa. Laboratorion suositeltu ulkoilmavirta neliötä kohden on noin 1 l/s. (LVI-kalenteri 2016.)

Rakennuksissa syntyy useita epäpuhtauksia, joiden lähteitä ei voida kokonaan poistaa. Ilmanvaihdon tulee olla riittävä poistamaan epäpuhtaudet sisätiloista. Riittävällä ilmanvaihdolla rakennuksen hiilidioksidi ja vesihöyrypitoisuudet saadaan pidettyä ihmisille ja rakennuksille terveellisellä tasolla. Samalla rakennuksista syntyvät epäpuhtaudet saadaan pidettyä kurissa. (Sisäilmayhdistys.)

Koneellinen ilmanvaihto (Kuva 8) toimii koneellisesti avustettuna ja painovoimalla toimiva ilmanvaihto painovoiman ja lämpötilaerojen avulla. Koneellisen ilmanvaihdon reitit suunnitellaan usein samalla periaatteella kuin painovoimaperusteisen ilmanvaihdon. Koneellinen ilmanvaihto on siis tehostettua ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtokone on koneellisen ilmanvaihdon perusta modernissa rakennustekniikassa. Ilmavaihtoa voidaan tehostaa esimerkiksi

huippuimurilla tai suoraan poistoilmaventtiiliin asennetulla puhaltimella. Tämän tyylliset ratkaisut voivat olla jatkuvatoimisia tai erillisellä käynnistyksellä toimivia. Erillisellä käynnistyksellä toimivat poistoilmapuhaltimet voivat olla kytkettyinä valokatkaisimeen, termostaattiin tai aikakatkaisijaan. Yleinen erillisellä käynnistyksellä oleva puhallin löytyy usein suihkutiloista kosteusanturiin liitettynä. Koneellinen ilmanvaihto ei ole riippuvainen ulkona vallitsevasta lämpötilasta, ilmanpaineesta tai tuulesta. Koneellisella ilmanvaihdolla toimivassa rakennuksessa tulee olla riittävä määrä korvausilmaventtiilejä, jotta koneellinen ilmanvaihto ei puhalla tai ime ilmaa rakenteista ja niiden liitoksista. Ilman laatu voi heiketä merkittävästi, jos koneellista ilmanvaihtoa ei ole optimoitu rakennukseen. (Hengityслиitto 2018.)

Kuva 8. Ilmanvaihtokoneen perusyksikkö (Teknocalor 2018).



Ilmanvaihdon suunnittelussa tulee kiinnittää erityisesti huomiota tilan kokoon ja laitteiden omiin kohdepoistoihin. Laboratorion ilmanvaihdon suunnittelussa tulee ottaa huomioon näytteenkäsittelylaitteiden ominaisuus levittää hienoa pölyä. Tilan tekee poikkeukselliseksi sen laboratoriomainen ympäristö, pölyttävät näytteenkäsittelylaitteet ja toimiva opetustila. Ilmanvaihdolla tulee olla riittävä kapasiteetti opetustilanteessa vaadittavalle ilmamäärälle. Laboratoriostandardi SFS-EN ISO 17025 määrittää laboratorion lämpötilan olevan kontrolloitavissa $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Tilassa tulisi olla automaattinen lämpötilan mukaan säätävä ilmanvaihtoventtiili manuaalisella vaihtoehdolla. (SFS-EN ISO 17025.)

Laboratorioon tulisi rakentaa erillinen huone suljettavalla ovella ja erillisellä poistolla. Huoneessa tulisi olla lievä alipaine muuhun laboratoriotilaan verrattuna. Erillisen poiston aiheuttama paine-ero tulisi ottaa huomioon venttiilien koossa ja

koneellisen ilmanvaihdon suunnittelussa uuteen tilaan. Alipaine pitäisi hienon hiekan ja muun pölyn huoneen puolella eikä levittäisi sitä ympäri laboratoriota. Pölyhuoneen ilmanpoiston tulisi olla kytkettynä tilan valoihin tai erilliseen painikkeeseen. Huoneen ei tarvitse olla kantavilla seinillä rakennettu, vaan huoneen seinät voivat olla kantamattomia. Huoneen seinät voivat olla polykarbonaattilevystä tai lasista tehtyjä elementtejä ovella. Tarkoitus erillisellä huoneella laboratorioon on estää laboratorion pölyttyminen ja suurin melu käyvistä laitteista. Erillinen huone pölyttävillä laitteilla mahdollistaisi ilman laboratoriotakkaa työskentelyn laboratorion puolella. Tämä olisi opetustilanteessa käytännöllinen ratkaisu. Opetusta olisi mahdollista seurata pölyhuoneeseen läpinäkyvän seinän läpi.



Kuva 9. Alipainetilan toimintaperiaate on sama kuin laboratoriossa yleisesti käytettävillä vetokaapeilla (Kohdepoisto 2018).

Sisäilman puhtautta ylläpidetään ilmansuodattimilla. Suodattimien luokat ovat EN 13779 standardin mukaisia suosituksia. Ilmansuodattimien luokat voidaan jakaa kahteen pääluokkaan, karkeisiin suodattimiin ja hienosuodattimiin. Näissä kategorioissa on taas omat alaluokkansa partikkeleiden koon suodattamisen mukaisesti. Karkeat suodattimet päästävät usein pienhiukkaset läpi, mutta pysäyttävät suurimmat ilmassa leijailevat haitat, kuten hiukset, hiekan ja osan bakteereista. Hienosuodattimet voivat suodattaa ilmasta jopa viruksia, mutta yleisimpien hieno suodattimien suodatukseen jää tupakansavu, öljykäryt ja keuhkoille vahingolliset pölyt. Mineralogian laboratoriossa tuloilman tulisi olla F7-luokan suodatuksen läpi tullutta ilmaa. Laboratoriossa tehdään tutkimuksia ja pelkkä karkea suodatin voi vaarantaa näytteiden puhtauden. (Biobe 2018.)

Pölynpoistoon laboratoriossa ei riitä normaali ilmanvaihto. Alipainetila pitää pölyn oikealla puolella, mutta pöly pitää poistaa tilasta. Normaali ilmanvaihto ei kykene poistamaan painavaa hiekkapölyä. Ilmanvaihtojärjestelmä olisi tukossa nopeasti, jos hiekkapöly johdettaisiin tai annettaisiin kulkeutua suoraan poistokanavaan. Tila tarvitsee pölynpoistojärjestelmän. Laboratorioon pölynpoisto järjestelmänä on usein kohdepoisto, sen muokattavuuden ja toimivuuden ansiosta. Kohdepoisto on erillinen järjestelmä ilmanvaihdosta. Kohdepoisto imee painavaakin hiekkapölyä ja kohdepoiston imuri voidaan vetää käyvän koneen päälle. Alipainetilaan tulisi sijoittaa yksi kohdepoisto ja normaalille puolelle yksi. Kohdepoistojen tulee olla ulkoisilla nivelillä varustettuja hienon hiekan takia. Tarkoituksena on mahdollistaa kohdepoiston vieminen pölyävän laitteen läheisyyteen. Jokaisella kohdepoistolla tulisi olla erillinen käynnistyskytkin. Kohdepoistoja on mahdollista saada varustettuna kohdevalolla. Kohdepoistoja on mahdollista kytkeä samaan järjestelmään, joka voisi olla järkevää yhdelle tilalle. Kohdepoistoja on mahdollista saada suodattimilla ja ilman. Osa järjestelmistä palauttaa suodatetun ilman takaisin tilaan. Tämä on talvella iso taloudellinen tekijä. (Teka 2018.)

Laboratorioon sijoitettavat kohdepoistojen imuvarret tulisi olla putkesta valmistettuja ja ulkoisin nivelin varustettu. Tekan kolme metriset helposti kääntyvät imuvarret (Kuva 10) voisi olla sopiva laite laboratorioon. Suositeltu ilmamäärä yhdelle imuvarrelle on $2000\text{m}^3/\text{h}$. Imuvarteen kiinnitettävä puhallinmoottori voisi olla Tekan $0,75\text{kW}$ moottori. Moottorin puhallinkapasiteetti on noin $2000\text{m}^3/\text{h}$. Puhallinmoottoreita on mahdollista asentaa 230V ja 400V sähköverkkoon. (Teka 2018.)



Kuva 10. Tekan kohdepoiston imuvarsi ulkoisilla nivelillä (Teka 2018).

3.4 Viemäröinti

Viemäröinti kattaa yleisesti talotekniikassa jätevesiviemäriin, hulevedet ja kuivatusputket. Jätevesiviemäristöllä tarkoitetaan kokonaisuutta, jossa jätevesi johdetaan viemäriverkostossa kuluttajalta jätevesilaitokselle. Taajama-asutuskeskuksissa viemäröinti eroaa haja-asutuksien mallista. Taajamassa jätevedet johdetaan vesihuoltolaitoksen viemäriin, joista ne johdetaan jätevesilaitokselle. Haja-asutuksessa jätevedet johdetaan yleisesti asutuksen omaan jätevesilaitokseen. Jätevesipuhdistamot ovat merkittävä osa luonnonsuojelua. Ilman jätevesipuhdistamoita viemäriin laskettu vesi kulkisi suoraan vesistöihin. Suomessa jätevesien puhdistus on mallikkaalla pohjalla. Jätevedestä puhdistetaan Suomessa fosforia 96%, kun EU-direktiivi vaatii 80% puhtauden. Jätevesilaitokset ovat ympäristöluvan alaisia toimia. Käsittelyvaatimukset ja raja-arvot määräytyvät paikallisesti ympäristön perusteella. Jätevesipuhdistamot raportoivat säännöllisesti viranomaiselle puhdistustuloksista. Jätevesipuhdistamoiden tulokset ja mittaukset ovat kaikkien nähtävillä ympäristöhallinnon verkkosivuilta. (Kenve 2018; Vesilaitosyhdistys 2018.)

Normaali käyttöviemäri ei kykene prosessoimaan suurta määrää kiintomateriaalia. Viemäriin johdettavan veden tulee olla jäteveden raja-arvoihin mahtuva. Suomessa viemäriin johdettavan veden raja-arvot määrätään ympäristöluvassa ja vesihuoltolaitosten päättämissä arvoissa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista 19.3.2018/1047.)

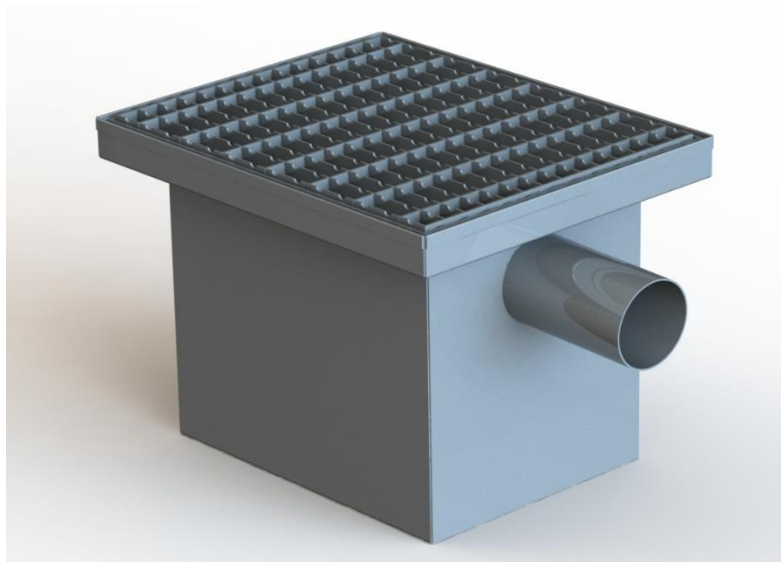
Ympäristölupien raja-arvot metalleille ja muille haitta-aineille koskee jätevesipuhdistamoa. Jätevesipuhdistamot rajoittavat asiakkaiden viemäriin laitettavia aineita sopimuksessa. Yleisesti hiekka ja muut haitta-aineet ovat kiellettyjä laittaa viemäriin. Oheisessa taulukossa kolme (3) on ympäristöluvan määäämiä raja-arvoja eräälle jätevesilaitokselle.

Taulukko 3. Joensuunveden jäteveden metallien raja-arvotaulukko (Joensuun vesi-liikelaitos).

<u>Aine</u>	<u>Kemiallinen merkki</u>	<u>Ohjearvo</u>
Arseeni	As	0,1 mg/l
Elohopea	Hg	0,01 mg/l
Hopea	Ag	0,1 mg/l
Kadmium	Cd	0,01 mg/l
Kokonaiskromi	Cr	0,5 mg/l
Kromi	Cr ⁽⁶⁺⁾	0,1 mg/l
Kupari	Cu	2,0 mg/l
Lyijy	Pb	0,5 mg/l
Nikkeli	Ni	0,5 mg/l
Sinkki	Zn	2,0 mg/l

Rikastuslaitteet tarvitsevat laskeuma-altaan tai vastaavan suodattimen ennen viemäriin laskua. Käsiteltävät määrät eivät ole suuria, mutta aineksia ei voi laskea suoraan viemäriin sen tukkeutumisen riskin vuoksi. Laskeuma-altaan tehtävänä on erottaa kiviaines vedestä. Laskeuma-altaan on oltava helposti tyhjennettävä ja varmatoiminen. Markkinoilta löytyy valmiita ratkaisuja hiekanerottimista, mutta ratkaisut ovat usein liian pieniä tilavuudeltaan. Laskeuma-allas on mahdollista rakentaa koululla myös opiskelijoiden suunnittelemana ja valmistamana.

Laskeuma-altaan (Kuva 11) periaate on yksinkertainen, painava kiviaines laskeutuu astian pohjalle ja jätevesi poistuu viemäriin altaan yläosasta. Hiekanerotuskaivoa ei tulisi käyttää laskeuma-altaana laboratoriossa. Hiekanerotuskaivo on esitetty laskeuma-altaan periaatteen vuoksi.



Kuva 11. Hiekanerotuskaivo 9070/1 (Kavika 2018).

Laboratoriotilan laskeuma-altaalle on vaikea mitoittaa tarkkaa läpivirtausta. Oletuksena voimme ottaa normivirtaamaksi 0.3 l/s näytteenkäsittelylaitteen käyttövedelle. Todellinen normivirtaama laitteiden käytössä on paljon pienempi. Lattiakaivon DN100 normivirtaaman ollessa 1.8 dm/s ei viemäriin johdetun veden pitäisi aiheuttaa tulvia tai tukoksia. Altaaseen laskettavan lietteen laskeutuminen altaan pohjalle on tärkein kysymys. 20 minuutin käyttö 0.3 l/s veden virtaamalla tarkoittaa 360l vettä kokonaisuudessaan. 60 l tilavuus laskeuma-altaalle tulisi riittää karkeamman hiekan käsittelyssä. Jos käsitellään savea tai muuta hitaasti laskeutuvaa ainesta tulisi käyttää kahta peräkkäistä allasta. Laskeuma-altaaseen laskeutuva aines tyhjennettäisiin käytön jälkeen tai altaan täyttyessä. Kiintoaines voidaan hävittää kaatopaikalle. (LVI-kalenteri 2016.)

3.5 Sähkö

Sähkösuunnittelun voi jakaa sähkönjakeluun ja rakennussähköistykseen. Suunnitteluvaiheet sähkösuunnittelussa ovat esisuunnittelu, perussuunnittelu ja

toteutussuunnittelu. Esisuunnittelussa rajataan taloudelliset ja teknilliset vaatimukset projektiin. Esisuunnittelussa saadut lähtötiedot suunnittelulle toimivat olettamuksina rakentamiselle. Lähtötiedot voivat muuttua vielä rakentamisen edetessä. Esisuunnittelussa syntyviä dokumentteja ovat sähkönjakelun yleiskaaviot, alustavat kustannusarviot ja alustavat tilavaraukset. Projekti on mahdollista aloittaa esisuunnittelusta saaduilla tiedoilla. Perussuunnittelussa esisuunnittelun tiedot tarkentuvat ja projektissa käytettävä perustekniikka, kustannukset ja aikataulu lyödään lukkoon. Kaaviot tulisi tarkentaa lopullista suunnitelmaa vastaaviksi. Perussuunnittelussa tärkeimmät ja tilaa vievät ratkaisut tulisi päättää, kuten sähkökaapit, kaapelihyllyt ja sähkötilojen sijoitus. Toteutussuunnittelussa tehdään ohjeet asennuksille ja tehdään tarkentavia piirustuksia kaapeloinnista, sähkökaapeista ja sähkötiloista. Toteutussuunnittelun tarkoitus on valmistaa tarvittavat ohjeet ja dokumentoinnit urakoitsijalle ja viranomaisille rakentamista ja asennuksia varten. Toteutussuunnitteluvaiheessa sähkölaitteiden sijoitukset tulisi olla selvillä ja piirretty todelliseen kokoonsa arkkitehtipohjaan. (Sähkösuunnittelu 2016.)

Sähkösuunnitteluun mineralogian laboratoriossa vaikuttaa sähkönkulutus ja erikoistarpeet näytteenkäsittelylaitteille. Kaikki mitoitettut laitteet toimivat normaalilla verkkovirralla, joten laboratoriotila ei tarvitse suurjännitettä. Laboratorioon olisi hyvä asentaa hätäseis-painike turvallisuus- ja huoltotoimenpiteiden vuoksi. Laboratoriotilassa tulisi olla sähköjakokeskus, jossa sijaitsee pääkytkin ja laitteiden sulakkeet. Sulakkeet ja virrankulutus laboratoriossa selviävät sähkösuunnittelussa, kun laitteet on valittu. Sähköjakokeskus laboratoriotilassa tuo myös selkeyttä ja turvallisuutta näytteenkäsittelylaitteiden käyttöön. Alipainetilaan tulisi sijoittaa pistokkeet kolmelle näytteenkäsittelylaitteelle. Normaalille puolelle asennettaisiin kaksi pistoketta näytteenkäsittelylaitteille. Muita sähköpistokkeita tarvitaan myös laboratoriossa. Edellä mainitut pistokkeet tulisi varustaa automaattisulakkeilla laitteiden vaatimusten mukaisesti. Yleisiä pistokkeita tulisi olla riittävästi oheislaitteiden käyttöön, tietokoneille, valaisimille ja työvälineille. Sähkösuunnittelussa tulee ottaa myös huomioon kohdepoistojen tarvitsemat sähköliittännät. (Sähkösuunnittelu 2016.)

4 LABORATORION SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

4.1 Suunnittelun lähtökohdat

Lapin AMK:n mineraloginen laboratorio vaati erityistä viemäröintiä, ilmanpoistoa ja sähkösuunnittelua. Laboratorion näytteenkäsittelylaitteet ja näytteiden käsittelypisteet vaativat oman työskentelytilansa ympärilleen. Laboratorio tulee toimimaan myös opetustilana, jossa pätee opetustilan normit. Laboratorion toimintaa ohjaa laboratoriostandardi SFS-EN ISO 17025. Laboratoriossa tulee olla esteetön kulku laitteelta toiselle. Opetustoiminnassa tulisi olla mahdollista kerääntyä näytteenkäsittelylaitteen ympärille tai vaihtoehtoisesti keskellä olevan pöydän ympärille seuraamaan opetusta. Laboratoriossa tulee olla tarpeeksi pöytätilaa näytteille ja yleiselle laboratorio työskentelylle. Vesipisteet ja pesualtaat ovat pakollisia varusteita. Laboratorion täryseulat tulisi olla suljettavassa huoneessa erillisellä ilmanpoistolla. Tilassa tulisi olla pieni alipaine, joka pitäisi pölyn huoneessa, eikä levittäisi sitä muualle laboratorioon. Suljettu tila toimisi kuin vetokaappi, mutta suuremmassa mittakaavassa. Laboratorio tarvitsee myös erillisen pölynpoistojärjestelmän.

4.2 Laboratorion standardit

Laboratoriossa tullaan tekemään yritysten toimeksiantoja. Tämän vuoksi laboratoriota koskee tietyt standardit laadun, luotettavuuden ja toimivuuden varmistamiseksi. Standardit määrittelevät laboratorion johtamista, käytäntöjä, varusteita ja toimintatapoja. Kyseisessä laboratoriossa tullaan käyttämään pääasiassa kahta standardia, EN ISO 17025 ja EN ISO 9001:2000, jossa aiempi standardi on testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys (EN ISO 17025) ja myöhemmän ollessa laadunhallintajärjestelmästandardi (ISO 9001:2000). EN ISO 17025 pitää sisällään EN ISO 9001 standardin. (SFS-EN ISO 17025, SFS-EN ISO 9001.)

ISO 17025 standardi antaa vaatimuksia johtamisen järjestelyistä. Laboratoriolla tulee olla johto ja tekninen henkilökunta, jolla muista vastuista riippumatta on

tarvittavat valtuudet ja resurssit hoitaa velvollisuutensa. Näitä velvollisuuksia ovat johtamisjärjestelmän toteuttaminen, ylläpito ja parantaminen. Johtamisjärjestelmässä tai testaustoiminnassa esiintyvien poikkeamien tunnistaminen ja aloittaa sellaiset toimenpiteet, joilla ennaltaehkäistään tai minimoidaan tällaiset poikkeamat. Laboratorion johtoon ja henkilökuntaan ei tulisi kohdistua kohtuuttomia sisäisiä, ulkoisia, kaupallisia ja muita paineita. Laboratorion tulee laatia toimintaperiaatteet ja menettelytavat, joilla vältetään sellainen toiminta, joka heikentäisi luottamusta laboratorion pätevyyteen, puolueettomuuteen, arviointikykyyn ja toiminnalliseen koskemattomuuteen. Laboratoriolla tulee olla tekninen johto, jolla on kokonaisvastuu teknisistä toimenpiteistä ja tarvittavien resurssien tarjoamisesta laboratorion toiminnalta vaaditun laadun takaamiseksi. ISO 17025 koskee johtamista, laatujärjestelmää ja dokumentointia tarkemmin laboratorio olosuhteisiin kuin ISO 9001 standardi. ISO 17025 standardia tulisi noudattaa ISO 9001 ylitse, jos standardeissa esiintyy ristiriitoja. (SFS-EN ISO 17025.)

Laboratoriossa on monia teknisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat suuresti laboratorion toimintaan, mittauksiin, laatuun ja luotettavuuteen. ISO 17025 luo peruspohjan teknisille ratkaisuille laboratoriolle. Standardissa käydään läpi teknisistä asioista läpi inhimilliset tekijät, tilat ja ympäristöolot, testaus- ja kalibrintimenetelmät ja menetelmien validointi, laitteisto, mittausten jäljitettävyys, näytteenotto ja testattavien ja kalibroittavien kohteiden käsittely. (SFS-EN ISO 17025.)

Testaus- ja kalibrintimenetelmät tulisi vakiinnuttaa sopiville menetelmille ja menettelytavoille. Näytteenoton tulisi olla vakiintunut käytäntö, jossa näytteenottaja toimii tutulla ja toimivalla tavalla. Näytteenoton tulisi olla varmatoimista ja toistettavaa. Samalla periaatteella tulisi toimia näytteiden käsittelemisessä, kuljetuksessa ja säilytyksessä. Kaikista laitteista tulisi olla käyttö- ja toimintaohjeet. Testaus- ja kalibrintimenetelmät tulisi dokumentoida. Testauksissa tulisi käyttää aina kansainvälisiä standardeja alueellisten yli. Laboratorion tulee varmistaa, että se toimii aina uusimpien standardien mukaisesti. Laboratorion kehittämien omien menetelmien käyttöönoton tulisi olla suunniteltua ja tulosten dokumentoitua. Dokumentoinnin ja tiedonkulun toimivuudesta on pidettävä huolta laboratoriossa sisäisesti ja ulkoisesti. Laboratorion menetelmät tulisi validoida. Validointi tarkoittaa menettelyä, jossa

puolueettomalla näytöllä varmistetaan menetelmän käyttötarkoituksen asettamat vaatimukset. (SFS-EN ISO 17025.)

4.3 Laboratorion laskettu koko

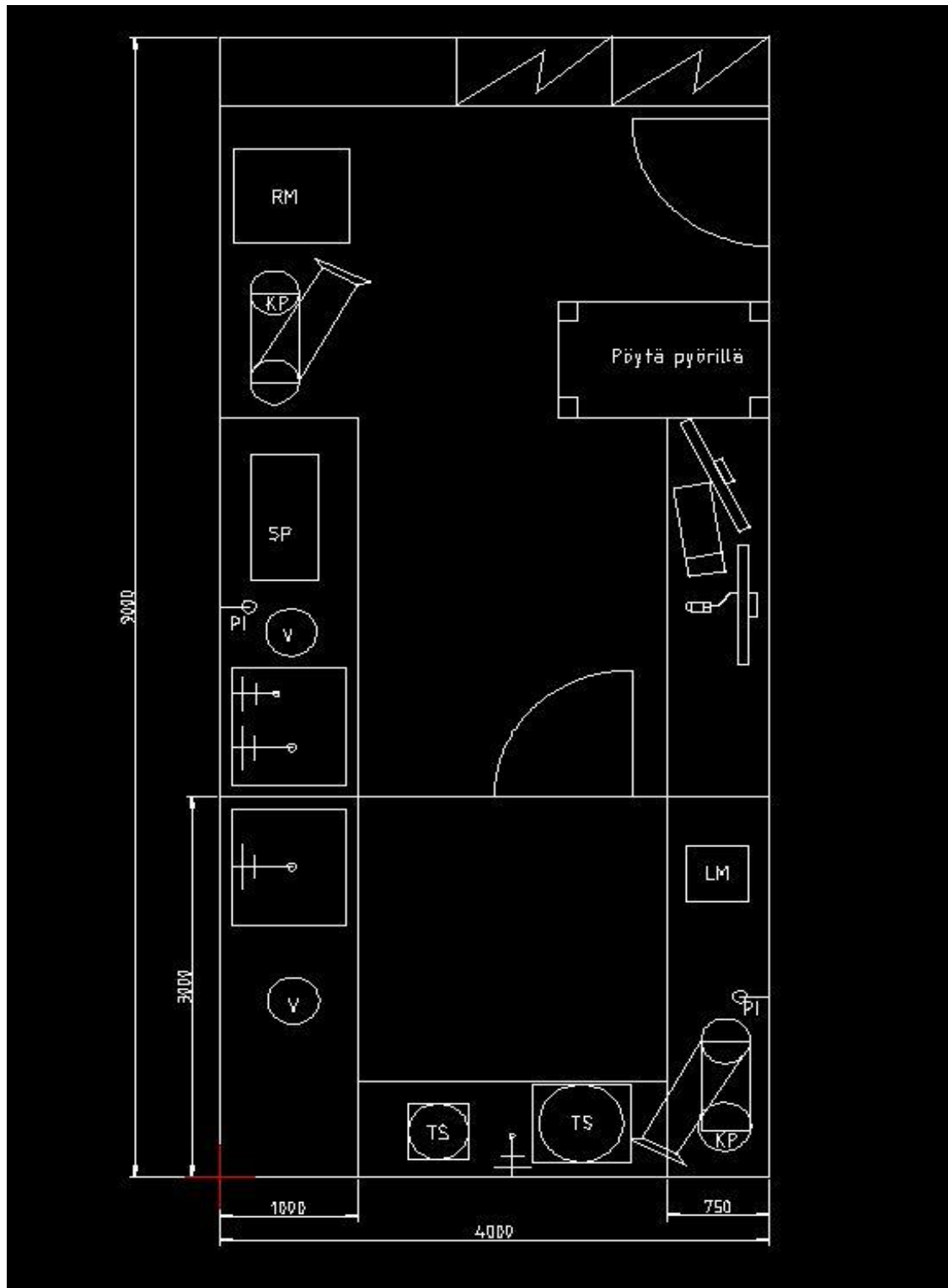
Laboratorion teoreettiseen kokoon vaikuttaa laitteiden koko (Taulukko 4) ja niiden tarvitsema työtila. Tilassa työskentelevien määrä ja opetustilanteen vaatima tila määrittävät huonepinta-alaa. Laboratorion turvallinen, viihtyisä ja toimiva kokonaisuus vaatii enemmän tilaa kuin laitteiden vaatima vähimmäislattiapinta-ala. Laboratorion jako pölyiseen huoneeseen ja puhtaaseen laboratoriotilaan vaatii enemmän lattiatilaa kuin yksi kokonainen huone. Laitteiden siirtely ja ergonominen työskentely vaatii aina oman tilansa. Tämän takia on vaikea laskea mitään tarkkaa lattiapinta-alaa laboratoriolle. Laboratoriolle on kuitenkin mahdollista laskea teoreettinen järkevä arvio huoneen koosta. Oletuksena voidaan pitää alipainehuoneelle 1/3 kokoa laboratoriotilasta. Alipainehuoneeseen sijoitettaisiin täryseulat ja leukamurskain. Huoneessa olisi ainakin kahdella seinällä pöydät. Toisella pöydällä olisi pesuallas ja täryseulat toisella pöydällä. Leukamurskain olisi mahdollista sijoittaa myös tälle pöydälle, mutta paras ratkaisu olisi sijoittaa leukamurskain kolmannelle vapaalle seinustalle omalle pöydälleen. Huoneessa tulisi olla oma paineilmalaitin ja kaksi vesipistettä pesualtaan lisäksi. Tärylaitteiden laskeuma-allas sijoitettaisiin pöydän alapuolelle, josta vesi johdettaisiin pesualtaan viemäriin. Laboratorion normaalille puolelle sijoitettaisiin rengasmylly ja separaattori. Retschin rengasmylly on liikuteltava kokonaisuus, jolle tulisi jättää seinustalle oma paikkansa. Separaattori tulisi sijoittaa pesualtaan viereen ja jättää runsaasti käyttötilaa laitteelle ja sen omille sakka-altaille. Sähkökaapin tulisi olla tällä puolella. Laboratoriossa tarvitsee olla liikkumatilaa ja runsaasti vapaita pöytiä. Keskellä sijaitseva pöytä olisi hyvä olla pyörillä liikuteltavaa mallia. Tällöin se voisi toimia separaattorin käytössä aputasona. Laboratorio tarvitsee runsaasti säilytystilaa ja työtasoja. Nämä tulee ottaa huomioon tilan suunnittelussa. Pesualtaissa pestään seuloja, ämpäreitä ja muita välineitä. Altaiden tulisi olla suurehkoja vähintään 1 m x 1 m x 0,5 m.

Taulukko 4. Näytteenkäsittelylaitteiden pohjapinta-alat taulukossa.

Laite	Knelson separaattori	Haver&Boeck er EML315	Retch AS 450	Retch BB50	Retch RS200
Leveys x syvyys (mm)	1000 x 500	404 x 440	705 x 605	420 x 460	836 x 780
Pohjan pinta- ala (m ²)	0,5	0,18	0,43	0,19	0,73

Laboratorion näytteenkäsittelylaitteet mahtuvat 6 m x 4 m kokoiseen laboratoriotilaan. Tällöin tilan koko olisi 24 m². Tätä voidaan pitää minimivaatimuksena laboratorion koon puolesta. Laboratoriotilan tulisi olla lähempänä 35 m² siellä tapahtuvan opetuksen ja toimivuuden vuoksi. Tällöin keskelle olisi mahdollista asettaa pöytä, johon näytteenkäsittelyvälineistöä voisi tuoda opetuksen ajaksi käyttöön. Opetusryhmien koko voi olla jopa 20 henkilöä.

Luonnostelmassa (Kuva 12) tilan koko on noin 36 m² kun laboratorion pölytönpuoli on noin 6 m x 4 m. Alipainepuolen ollessa 3 m x 4 m. Pöydät kolmella seinällä vievät liikkumatilaa todella paljon, mutta näillä mitoilla mahtuisi työskentelemään turvallisesti kaksi henkilöä törmäilemättä toisiinsa alipainepuolella. Luonnostelmassa näkyvät tyhjät pöydät ovat työtasoja. Seinustalla sijaitseva tyhjöpöytä on mahdollisesti tietokonepöytä. Luonnostelmasta puuttuu lattiakaivot kokonaan. Tila tarvitsee vähintään yhden lattiakaivon suurten saavien pesuun lattialla, mielellään molempiin huoneisiin oma lattiakaivo. Lattiakaivot tulisi sijoittaa keskelle molempia huoneita. Tämä helpottaisi isojen saavien pesua ja tilan siivousta.



Kuva 12. Luonnostelma laboratorion näytteenkäsittelylaitteiden järjestelystä tilan ollessa noin 36m². Selitykset; KP = kohdepoisto, PI = paineilma, V = viemäri, LM = leukamurskain, TS = täryseula, SP = separaattori ja RM = rengasmylly.

4.4 Vaadittavat tekniset parametrit laboratoriolle

Laboratorion näytteenkäsittelylaitteet tarvitsevat jokainen oman sähköpistokkeen normaalilla verkkovirralla. Pistokkeiden sähköjohdot tulisi vetää sähkökaapille, jossa sijaitseisi sulakkeet. Laboratorion molempiin huoneisiin tulisi asentaa paineilmaverkko ja mahdollisuus käyttää paineilmapistoolia. Tilan ilmanvaihdon tulee olla riittävä ja säädettävällä nopeudella. Molempiin tiloihin tulee asentaa omat kohdepoistot. Kohdepoistojen käynnistyskytkimet tulee olla erillisillä katkaisimilla.

Laboratorion pöytien tulisi olla ruostumatonta tai vastaavaa kestäväää ja helposti puhdistuvaa materiaalia. Pöytien tulisi olla tukevia ja tärinää kestäviä. Täräytelaitteiden painot ovat pienelle 53 kg ja isommalle 220 kg. Leukamurskain on noin 80 kg. Laitteet vaativat vankat pöydät painon ja tärinän vuoksi. Työpöydät tulisi mahdollisuuksien mukaan hankkia korkeutta säädettävällä mekanismilla ergonomisen työskentelyn vuoksi.

Laboratorion molemmat pesualtaat tulisi olla riittävän isoja ämpärien, seulojen ja muiden näytteenkäsittelylaitteiden pesuun. Molempiin tiloihin tulisi asentaa omat vesihanat altaille. Tiloissa tulisi olla myös erilliset vesihanat laitteiden käyttöön. Alipaine- ja normaalitilaan tulee asentaa laskeuma-altaat pesualtaan välittömään läheisyyteen. Altaiden tulee olla helposti tyhjennettäviä malleja. Laskeuma-allas voidaan asentaa pöydän alle, jos altaat seisovat pyörien päällä. Pyörät mahdollistavat altaan vetämisen pöydän alta ja käyttäjän ei tarvitse nostaa mahdollisesti painavaa laskeuma-allasta vinosta asennosta.

Laboratorion tulee olla valaistu riittävästi katossa sijaitsevilla valaisimilla. Työpöydällä jokaisen näytteenkäsittelylaitteen vieressä tulisi olla työvalo kiinni katossa tai irrallinen kohdevalaisin. Altaiden yläpuolella tulisi olla kuivatuskaapit seuloille ja muille pestyille tavaroille. Säilytystilaa tulisi olla työtasojen alapuolella ja kaappeja tai tasoja työpöytien yläpuolella. Oheisessa taulukossa 5 on kirjattu taulukkoon tarvittavia laitteita ja varusteita laboratorioon.

Taulukko 5. Laboratorion tarvikkeiden ja laitteiden määrät taulukossa.

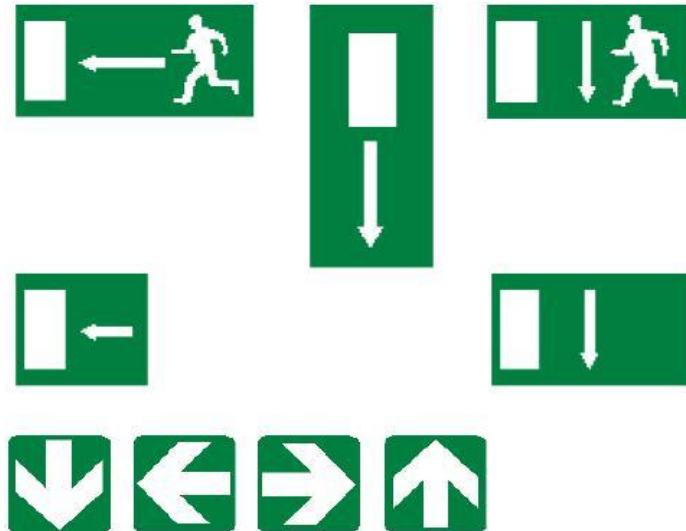
Tarve/laitte	Määrä	Huomautus
Kohdepoisto	2	ehdotus luvussa 3.3
Kohdepoiston moottori	2	ehdotus luvussa 3.3
Kohdevalaisin	5	
Laskeuma-allas	3	vähintään 60l, kolmannen altaan voi liittää jos tarve vaatii
Laskeuma-altaan alusta	2	pyörillä liikuteltava
Paineilma tulo	2	
Paineilmapistooli	2	
Vesihana	4	
Pesuallas	2	
Työpöytä	4	rst, vankka, koko tilan mukaan
Työpöytä pyörillä	1	rst, vankka
Kahtiointilaite	2	
Kahtioinnin alusta pyörillä	2	rst, vankka, matala
Viemäryhde	2	
Lattiakaivo	2	rst
Sähkökaappi	1	
Sähköpistoke	5	näytteenkäsittelylaitteiden pistokkeet, muut pistokkeet erikseen
Rengamyly	1	ehdotus luvussa 2.8
Leukamurskain	1	ehdotus luvussa 2.8
Täryseula	2	
Separaattori	1	
Sailytyskaappi	3	työpöydän yläpuolelle asennettava, koko työpöytien mukaan
Separaattorin saavit	3	vähintään 50l, kevyt

5 LABORATORION TURVALLISUUS

5.1 Laboratorion yleinen turvallisuus

Lait, standardit ja normit tuovat turvallisuutta ja varmuutta laboratorion toimintaan. Suomessa lait eivät koske suoraan laboratoriota vaan esimerkiksi kemikaaleja, sähköturvallisuutta ja työturvallisuutta. Lait kieltävät asioita ja standardit auttavat vakiinnuttamaan käytäntöjä näiden ympärille dokumentoinnin ja ohjeiden avulla. Normeilla tarkoitetaan hyviä vakiintuneita käytäntöjä joka päiväisessä käytössä.

Paloturvallisuus on tärkeä osa laboratorion ja rakennuksen turvallisuutta. Pelastuslain tarkoituksen on ehkäistä tulipaloja, onnettomuuksia ja suunnitella rakennukset pahimman varalle. Vahingot ja onnettomuudet yritetään rajoittaa suunnittelulla. Pelastuslaki määrää rakennuksen omistajan pitämään rakennuksen siinä kunnossa, että tulipalon tai onnettomuuden sattuminen on vähäinen. Pelastuslaki ja pelastusviranomainen määrää rakennuksessa oltavan vaaditut sammutuslaitteet, paloilmalaitteet ja hälytyslaitteet. Onnettomuuksien ehkäisemiseksi rakennuksissa tulee olla poistumistiet (Kuva 13). Nämä on merkitty poistumistieopastein. Laki ei määrää esisammutinta jokaiseen huoneeseen, mutta laboratorioihin on vakiintunut hyvä käytäntö esisammutusvälineistä nopeasti saatavilla. (Pelastuslaki 23.3.2018/379.)



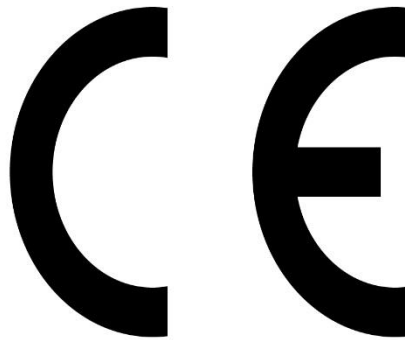
Kuva 13. Turvallisuus- ja kemikaaliviraston poistumisopastekylttejä (Tukes 2018b).

Työturvallisuuslaki pyrkii parantamaan työympäristöä ja työturvallisuutta. Lain tarkoituksen on ehkäistä työympäristössä tapahtuvia haittoja, kuten työtapaturmia, ammattitauteja ja työuupumusta. Työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijöiden työhyvinvoinnista. Tähän kuuluu työnantajan vastuu työympäristöstä ja siellä tehtävästä työstä. Työnantaja on velvollinen huolehtimaan turvallisuuden ja terveyden edistämisestä työpaikalla työsuojelun toimintaohjeella. Työnantaja on velvollinen hoitamaan työpaikalle tarvittavat henkilönsuojaimet, jotka täyttävät työolosuhteiden ja suojaominaisuuksien ehdot. (Työturvallisuuslaki 23.3.2018/738.)

5.2 Laboratorion näytteenkäsittelylaitteiden turvallisuus

Yleisen turvallisuuden tae Euroopassa tuotteelle on CE-merkintä (Kuva 14). Merkintä on valmistajan vahvistama leima koneikon yleisestä turvallisuudesta Euroopassa. Merkintä on kehittynyt Euroopan ETA-talousalueen työturvallisuuden ja sujuvamman kaupankäynnin vuoksi. Näytteenkäsittelylaitteistojen CE-merkintä on konedirektiivin alainen direktiivi. Direktiivissä määritellään koneiden yleiset turvallisuus vaatimukset. Tällaisia vaatimuksia on sähköturvallisuus, mekaanisten liikkeiden turvallisuus, koneen hätäpysäytys ja yleinen koneen käyttö turvallisuus. CE-merkintä ei tarvitse ulkopuolista validointia sen käyttöön. Valmistajan testaus, suunnittelu ja

dokumentointi riittävät CE-merkinnän käyttöön, jos tuote läpäisee direktiivin vaatimukset. (Tukes 2018a.)



Kuva 14. Euroopan komission julkaisema CE-merkintä (Tukes 2018a).

Näytteenkäsittelylaitteistot suorittavat mekaanista liikettä. Koneiden pyörivät ja muut mekaaniset liikkeet aiheuttavat riskin onnettomuudelle, jos koneita ei käytetä ohjeiden mukaisesti. Näytteenkäsittelylaitteet ovat pääosin suojattuja mekaanisen liikkeen aiheuttamalta vaaralta. Koneiden turvallinen käyttö nojaa ohjeiden noudattamiseen. Pyörivä moottori voisi väärinkäyttötilanteessa vetää esimerkiksi roikkuvan kravatin akselin kiristykseen. Näytteenkäsittelylaitteistojen turvallisuus on kokonaisuus, johon kuuluu myös suojaruusteiden käyttö. Laboratoriotakkaa ja suojalaseja käytetään vaatteiden puhtauden takia, mutta myös koneiden turvallisen käytön takia. Turvallinen työskentely laitteilla vaatii ohjeiden tuntemista ja perehtymisen laitteeseen. Koneen käyttäjän on tunnettava laitteen toiminta ja siinä sijaitsevat hätämekanismit. Käyttäjän on oltava tietoinen koneiden aiheuttamista vaaroista ja välttää näytteenkäsittelylaitteiden väärinkäytöt. Kaikki näytteenkäsittelylaitteet ovat CE-merkitty. (Tukes 2018a.)

5.3 Suojavarusteet

Suojavarusteet ovat laboratorion vakiovarusteita. Suojavarusteilla estetään siviili vaatteiden likaantuminen ja pidetään huolta henkilökohtaisesta turvallisuudesta. Yleisimpiä laboratorioympäristössä käytettäviä suojavarusteita ovat laboratoriotakki, suojalasit, hanskat ja vahvistetut turvakengät. Näillä varusteilla minimoidaan onnettomuuksien aiheuttamaa vahinkoa. Turvakengät suojaavat varpaita ja jalkoja putoavilta esineiltä. Laboratoriotakki suojaa roiskeilta ja lialta.

Laboratoriotakki pitää myös hihnat ja narut piilossa takin sisällä estäen tarttumiset ja kuristumiset laitteisiin.

Suojalasit suojaavat silmiä kemikaaliroiskeilta, pölyltä ja muilta roiskuvilta aineilta. Suojalaseja on avonaisia (Kuva 15), umpinaisia, ja kokomaskeja. Yleisimpinä avonaiset suojalasit sivuilta, jotka suojaavat enemmiltä suoraan tulevilta roiskeilta. Umpinaiset suojalasit suojaavat paremmin pölyltä. Kokomaskit suojaavat koko kasvojen aluetta ja ovat usein moottorikäyttöisiä. Kokomaskissa ilma puhalletaan vyötäröltä suodattimen läpi maskiin. Nämä ovat erityisesti kemikaalien kanssa toimiville tarkoitettu, mutta erinomaisia myös pitkään pölylle altistuvissa tiloissa toimiville. Hengityssuojain on yleinen lisä normaalien suojalasien kanssa. Hengitysmaskeja on paperisia kertakäyttöisiä hengityssuojaimia, jotka sopivat pölyiseen työskentelyyn. Hengityssuojaimia saa suodattimilla ja moottorikäyttöisinä. Korkean laboratorioluokituksen tiloissa on myös ulkoisia hengitysjärjestelmiä, jotka pumpaavat letkua pitkin hengitysilman käyttäjän pukuun. (Aalto-yliopisto 2018.)



Kuva 15. Sivuilta avonaiset suojalasit (Motonet 2018a).

Hanskat suojaavat viilloilta ja suurimmilta roiskeilta. Hanskoja on erilaisia moneen käyttöön. Viiltosuojahanskoja terävien kappaleiden kanssa työskenteleville. Normaalit kangashanskat toimivat yleishanskoina ja suojaavat suurimmilta viilloilta ja lialta. Kangashanskat tulee vaihtaa niiden kastuessa tai rikkoutuessa. Laboratoriossa työskennellessä tulisi käyttää aina laboratoriotakkia, suojalaseja, turvakenkiä ja suojahanskoja. Nämä kuuluvat yleiseen laboratorio työskentelyssä vaadittaviin varusteisiin. Leukamurskaimen ja seulojen käyttö vaatii yleisesti hengityssuojaimen. Märkaseulonassa hengityssuojaimelle ei ole tarvetta. Kahtiointilaatikoiden käyttö pölyttää usein

runsaasti ja hengityssuojaimen käyttö on suositeltavaa tällöin. (Aalto-yliopisto 2018.)

5.4 Ergonomia

Ergonominen työskentely on osa turvallista työskentelyä pitkällä aikatahtimella. Ergonomian tavoite on kehittää työkykyisiä työntekijöitä ja välttää työstä aiheutuvia haittatekijöitä. Työn fyysisiä haittatekijöitä pyritään säädellä siten, että työntekijöiden työ- ja toimintakyky säilyy mahdollisimman pitkään. Ergonomian lisäämiseksi voidaan käyttää apuvälineitä nostoon tai työskentely asentoon. Työympäristö tulisi suunnitella ja mitoittaa ergonomisesti työntekoa ajatellen. Työtilan ergonominen suunnittelu on jatkuva prosessi. Henkilökunta tekee parannusehdotuksia tilaan suunnittelijalle. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon laitteiden paikat, työtilan muoto ja työskentelyasento. Moni asioista tulee selville vasta tilan käytössä, mutta tilan suunnittelulla ergonomisesti voidaan edesauttaa jatkuvaa kehitystä ergonomisempaan ympäristöön. Työympäristössä tulee olla tarpeeksi tilaa työskennellä ja siirtää tavaroita. Tavaroiden kantaminen ja liikuttelu tulee tehdä mahdollisimman helpoksi. Työtasoja tulisi olla riittävästi optimaalisella tasolla työskentelylle. Laitteiden sijoitus ja käyttö tulee suunnitella käyttäjän näkökulmasta. Laitteille tulee olla selkeä pääsy ja työskentelytila. Laitteilla työskentelyn tulee olla vaivatonta ja työskentelyasennon ergonominen. Painavien tavaroiden nostelu tulisi minimoida ja tarvittaessa helpottaa koneellisesti tai muilla keinoin. (Työterveyslaitos 2018.)



Kuva 16. Ergonominen nostotapa havainnollistettuna (Selkäkanava 2018).

Ergonomiassa on termi osallistuva suunnittelu. Siinä käyttäjät osallistuvat suunnitteluprosessiin antaen oman kokemuksen laitteista ja tilan toiminta tavoista. Suunnittelussa tämä voi antaa suuntaa suunnittelijoille ja tuoda käyttäjien kokemusta laitteista. Työystävällinen ja hyvä käytettävyys on ergonomian näkyvä tavoite työympäristössä. Laitteiden tulisi olla helposti käytettävästi ja työnteon sujuvaa. Työergonomian keinoin on mahdollista vähentää sairaspöissaoloja, parantaa työhyvinvointia ja tehdä työympäristöstä viihtyisä tinkimättä tuottoisuudesta. (Työterveyslaitos 2018.)

Laboratoriossa tulisi olla työpöydät noin yhden metrin (1 m) korkeudella ergonomisen työskentelyn takia. Mahdolliset moottoripöydät mahdollistaisivat optimaalisen työskentelykorkeuden. Kahtiointilaitteet (Kuva 17) toimivat parhaiten noin puolen metrin (0,5 m) korkeuteen nostettuna. Kahtiointilaitteille olisi hyvä olla liikuteltava alusta. Näin kahtiointilaitteet voitaisiin työntää käytön jälkeen pöydän alle säilöön. Laskeuma-altaat tulisi olla pyörillä liikuteltavia kokonaisuuksia. Tämä helpottaisi niiden nostoa ja tyhjennystä. Työpisteen tai laitteen yläpuolella tulisi olla aina kohdevalo. Kohdevalot asennetaan normaalien valojen lisäksi.



Kuva 17. Optim-laboratorion kaksi kahtiointilaitetta lattialla (Optim-laboratorio).

6 POHDINTA

Opinnäytetyössä selvisi tärkeimmät tekniset vaateet näytteenkäsittelylaitteille ja näitä voidaan käyttää Älypajan suunnittelussa apuna. Esiselvityksestä saa hyvän lähtöpohjan laboratorion tarpeille. Pakolliset varusteet ja tekniset ratkaisut laboratorioon selviää opinnäytetyöstä. Ehdotetut näytteenkäsittelylaitteet leukamurskain ja rengasmylly ovat varteen otettavia ehdotuksia, kun laitteista tehdään tarjouskilpailu. Opinnäytetyössä osoitettiin minimipinta-ala laboratoriolle ja suositeltu pinta-ala. Näytteenkäsittelylaitteiden tekniset vaatimukset antavat suunnittelijalle lähtötiedot laitteiden erikoisvaatimuksista ja tilan suunnittelusta. Suunnitteluprosessi on helpompi viedä eteenpäin opinnäytetyön esiselvityksen pohjalta. Opinnäytetyö onnistui selvittämään tekniset vaatimukset näytteenkäsittelylaitteille ja mineralogian laboratoriolle. Teknisiin vaatimuksiin ehdotetaan varteen otettavia ratkaisuja suunnittelun edetessä. Laboratorion toiminnan lähdettyä käyntiin olisi mahdollista ottaa käyttöön 5S-Lean-menetelmä laboratorion tehokkaampaan ja viihtyisämpään käyttöön.

7 LÄHTEET

Aalto-yliopisto 2018. Laboratorion työturvallisuus. Viitattu 19.3.2018.
http://virtuaali.tkk.fi/fi/orgaaninenkemia/labrapas/tyotavat_turv/tyotavat.htm

Biobe 2018. Suodattimien luokitus. Viitattu 23.3.2018.
<http://www.biobe.fi/tuotteet/suodattimet/luokitus.htm>

Haver 2018. Haver EML 315 digital plus. Viitattu 4.3.2018.
<https://www.havershop-particleanalysis.com/en/sieve-shakers/test-sieve-shaker-haver-eml-315-digital-n.550050>

Hengityслиitto 2018. Ilmanvaihtojärjestelmät. Viitattu 19.3.2018.
<https://www.hengityслиitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat>

Hienonnuksprosessien perusteet 2016. Sanna Leinonen ja Saku Pursio, 2016, Hienonnuksprosessien perusteet luentomateriaali.

Joensuun Vesi-liikelaitos 2016. Jätevesien sisältämien haitallisten aineiden raja-arvot. Viitattu 23.3.2018.
<http://www.joensuunvesi.fi/documents/1368623/1761394/Teollisuusj%C3%A4tevesisopimuksen+raja-arvot/6e99f197-1e9c-4273-a74b-0facb9ff090f>

Kavika 2018. Hiekanerotuskaivo 9070/1. Viitattu 19.3.2018.
<http://www.kavika.fi/lv-tuotteet/hiekanerotuskaivot/>

Kenve 2018. Jätevesien käsittely. Viitattu 19.3.2018.
<http://www.kenve.fi/palvelut/vesi/jatevesien-kasittely/>

Kohdepoisto 2018. Kärynpoisto. Viitattu 19.3.2018.
<http://www.kohdepoisto.com/tuoteryhma/karynpoisto/>

LVI-kalenteri 2016. Suomen kalenterit Oy. Viitattu 13.3.2018.

Metso 2018. Jaw crusher C-130. Viitattu 4.3.2018.
<https://www.metso.com/products/jaw-crushers/jaw-crusher-nordberg-c130/>

Motonet 2018a. 3M Virtua suojalasit. Viitattu 18.4.2018.
<http://www.motonet.fi/fi/tuote/781842/3M-Virtua-suojalasit-kirkas>

Motonet 2018b. Paineilmapistooli. Viitattu 12.3.2018.

<http://www.motonet.fi/fi/tuote/751057/Paineilmapistooli-300mm>

Optim-laboratorio. Kalliosalo, H. 2018. Optim-laboratorio, siirrettävät mineralogian laitteet. Sähköposti A1401973@edu.lapinamk.fi 9.5.2018. Tulostettu 9.5.2018.

Pelastuslaki 23.3.2018/379.

Pneumatiikka 2015. Lauri Kantola, 2015, Pneumatiikan luentomateriaali.

Retsch 2018a. Disc mill RS200. Viitattu 15.4.2018.

<https://www.retsch.com/products/milling/disc-mills/rs-200/function-features/>

Retsch 2018b. Jaw crusher BB 50. Viitattu 15.4.2018.

<https://www.retsch.com/products/milling/jaw-crusher/bb-50/function-features/>

Selkäkanava 2018. Ergonominen nostaminen. Viitattu 23.3.2018.

<http://selkakanava.fi/nostaminen-ja-kantaminen>

SFS-EN ISO 9001. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset.

Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 17025. 2005. Testaus ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys.

Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Sisäilmayhdistys 2018. Ilmanvaihdon perusteet. Viitattu 19.3.2018.

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>

Sähkösuunnittelu 2016. Grönroos, R. 2016. Sähkösuunnittelu osana suunnitteluprojektia. Metropolia AMK. Sähkötekniikka. Opinnäytetyö.

Teka 2018. Kohdepoistovarsisto. Viitattu 16.5.2018.

<http://www.kohdepoisto.com/tuoteryhma/kohdepoistovarsisto/>

Teknocolor 2018. Teknocolor IV-koneet. Viitattu 19.3.2018.

[http://www.teknotherm.fi/fi/iv-](http://www.teknotherm.fi/fi/iv-tuotteet/tuotteet/ilmankasittelykoneet/ilmavaihtokoneet/teknocalor-rir)

[tuotteet/tuotteet/ilmankasittelykoneet/ilmavaihtokoneet/teknocalor-rir](http://www.teknotherm.fi/fi/iv-tuotteet/tuotteet/ilmankasittelykoneet/ilmavaihtokoneet/teknocalor-rir)

Tukes 2018a. CE-merkintä. Viitattu 23.3.2018.

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/CE-merkki/>

Tukes 2018b. Poistumisvalaistus. Viitattu 23.3.2018.

www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/ohjeet/Poistumisvalaistus_kalvot.ppt

Työterveyslaitos 2018. Ergonomia. Viitattu 23.3.2018.

<https://www.ttl.fi/tyontekija/tuki-liikuntaelinten-terveys/ergonomia/>

Työturvallisuuslaki 23.3.2018/738.

Vesilaitosyhdistys 2018. Mitä vesihuolto on? Viitattu 19.3.2018.

<https://www.vvy.fi/vesihuolto/mita-vesihuolto-on/#osio-1-1513003090-6369-1>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista
19.3.2018/1047.

Älypaja-hakemus 2014. Joutsenvaara, J. 2014. Älykäs tuotantotekniikan
oppimis- ja kehittämisympäristö.